

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 55-035173
(43)Date of publication of application : 12.03.1980

(51) Int.Cl.

F04D 27/02

(21) Application number : 53-108773

(22) Date of filing : 02.09.1978

(71)Applicant : KOBE STEEL LTD

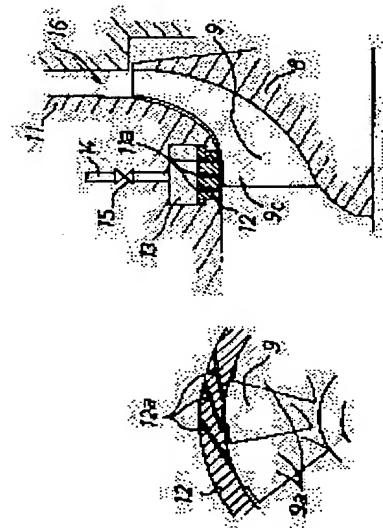
(72)Inventor : SATO SADAO
HOSOMI SHIGETO

(54) METHOD OF AND APPARATUS FOR ENLARGING SURGE MARGIN IN CENTRIFUGAL COMPRESSOR AND AXIAL FLOW COMPRESSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To permit enlargement of the surge margin without reducing the maximum stage efficiency by arranging such that part of fluid on the high pressure side is introduced to an inducer tip portion of a vane wheel at an instant when the working point of the compressor reaches a critical value.

CONSTITUTION: When the working point of the compressor reaches a point right before the surge point or the neighborhood of a stall point, this is detected, and at the same time part of the high pressure fluid extracted from a high pressure section of the compressor is led through a duct 14 and an on-off valve 13 to a header section 13, and is injected as a high speed jet from jet ports 12a of an injection ring 12 into an inducer tip section 9c. In consequence, instable low speed fluid over a vane surface 8 is given energy to increase the insensity of turbulence, whereby the boundary layer is prevente from being peeled-off or re-attached. In this way, an effect of enlarging the surge margin is reliably obtained to permit stable operation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開
 ⑪ 公開特許公報 (A) 昭55-35173
 ⑫ Int. Cl.
 F 04 D 27/02 ⑬ 品別記号 ⑭ 施内整理番号
 7718-3H
 ⑮ 公開 昭和55年(1980)3月12日
 発明の数 2
 審査請求 未請求

(全 9 頁)

⑯ 送心圧縮機および軸流圧縮機におけるサーボ
 マージン拡大方法及び装置
 ⑰ 特 願 昭53-108773
 ⑱ 出 願 昭53(1978)9月2日
 ⑲ 発明者 佐藤定男
 神戸市灘区鶴甲1丁目4番8号

⑳ 発明者 細見成人
 芦屋市三条町47番地の35
 ㉑ 出願人 株式会社神戸製鋼所
 神戸市兵庫区臨浜町1丁目3番
 18号
 ㉒ 代理人 弁理士 安田敏雄

明細書

1.発明の名称

送心圧縮機および軸流圧縮機におけるサーボ
 マージン拡大方法及び装置

2.特許請求の範囲

1. 圧縮機の最高点がサーボ点直前または先端風量点近傍にあつた時点で、送心圧縮機では翼面のインデューサテープ部位をとび／または翼間に、軸流圧縮機では回転軸流翼内テープ部位をとび／または翼間に、高圧側の流体の一端を導入し、高遠度吸込にして吸付せしめることを特徴とする送心圧縮機および軸流圧縮機におけるサーボマージン拡大方法。
2. サーボング位置のインデューサテープ部または回転軸流翼内テープ部に対応する位置で、それらテープ部に近接して多孔状のインジェクションリングを設けるとともに、該インジェクションリング部に送風機の高圧部に通達する導管を周囲外を介して接続したことを特徴とする送心圧縮機および軸流圧縮機

び軸流圧縮機におけるサーボマージン拡大装置。

3.発明の詳細な説明

本発明は、送心圧縮機および軸流圧縮機において、段の最大流量を低下させることなく、そのサーボマージンを拡大させることを可能とした新しい方法と装置の提供に関するものである。

周知のように送心圧縮機および軸流圧縮機においては、設計点流量からその流量を削減させていった場合、ある程度(段の構成要素に固有の流量)になると運動不安定現象が発生し、これ以下の流量では、圧縮機全体が大きな衝撃を伴つて振動し、正常な運転が不可能となるのであり、この現象を所謂サーボングと称し、サーボングの始まる流量をサーボ点流量、サーボ点流量から設計点流量までの流量範囲をサーボマージン(マージン余裕)と呼んでいるのである。图1は第1段のグラフ圖において、横軸はヘッド(カム)を示し、直線は流量を示しており、(Q0)はサーボ点流量、(Qd)は設計流量を示し、(Qs0)はサーボ流量、(Qs)は設計流量であり、このサーボ流量(Qs)と設計流量

(d) 開放断面サージマージン山で、矢印方向にサージマージン山を拡大することは、当該圧縮機の運転効率範囲を拡大することになるので、広汎を需要は対応できる圧縮機という点で、サージマージン山の拡大はこの種圧縮機において強く要求される点である。

いまでもなく重心圧縮機および瞬流圧縮機における効率の向上と、前記したサージマージン拡大の努力は従来から行なわれている点であるが、ここで問題となるのは、一般的に燃焼室の最大効率の値とサージマージン山の広さとは、互いに相反する傾向にあつて直立し難いという点である。

即ち第2回は従来の各種サージマージン拡大の手段によつて得られる圧縮機のサージマージンと燃焼室との燃費関係を示したグラフ図でもつて、図中にかいて横軸は燃焼室最大効率(%)を示し、縦軸はサージマージン率(1-0.8/1.0)を示してあり、また図中の矢印は僅をしいサージマージンは大方向を示しているが、図示のように、サージマージンの拡大に伴ない、直線に沿つて燃焼

効率は低下する傾向にあり、サージマージンの拡大を燃焼室最大効率の低下なしに得ようとする点に困難性がある。

例えばサージマージンを拡大するための從来技術として、具体的な例を挙げれば、燃焼室構造で試みられているケーシングトリートメント手段がある。第3回はその基本思想を示してより同図において山は圧縮機全体の奥端で液体は矢印方向に進行し、(a)は燃焼室、(b)はケーシング側面を示し、山は入口案内翼、(c)は動翼(翼車)、(d)は静翼を示しているが、図示のように動翼(d)の先端に対応するケーシング側面にケーシングトリートメント用翼を配置するのである。このケーシングトリートメント用翼の形状、構造等としては第3回図(a)の図に例示したようなものが既知である。即ち、同図に例示した複数にめぐる周回流(7a)の外殻によるシーカムファレンジヤルドループタイプのトリートメント(7f)、同図に例示したように円周方向に亘つて平行羽根された斜筋(7b)等によるブレーディングアンダースロットタイプのトリー

トメント(7d)、更には同図に例示したよう逆方向反対を持つ複数の翼(7e)が平行状に円周をめぐつて羽根されるアキシャルスキュウドスロットタイプのトリートメント(7g)等である。

現在の所、これらのケーシングトリートメント手段によるサージマージンの拡大に亘つても、その効率低下は不可避的であることが本発明者の実験によつても確認されている。即ち第4回はケーシングトリートメントの特性を示したグラフ図であり、図にかいて横軸は燃焼室圧縮機効率を示しているが、(a)はケーシングトリートメントを用いた場合の特性曲線を示し、(b)は第3回～(d)まで説明したトリートメントを用いた場合の特性曲線を示し、図示のようにケーシングトリートメントを用いることによつて、サージマージンは拡大されるが、同時に燃焼室最大効率を(b)の低下を不可避的に伴ない、結果として第2回のようない一致の傾向を示すのである。

今、圧縮機におけるこの種サージマージンの原因について考えれば、その主な原因は、圧縮機直

車翼端の境界層の失速を伴う抗動不安定現象にある。即ち低流量にすれば、翼前線近傍の空力負荷が増大し、その結果、翼面(吸込面)上の境界層は急激に失速し(厚くなり)、倒屈し易くなると共に、流体に作用する粘着力が大きくなり、翼面全体の境界層の低抗動壁流体が翼車先端～翼入翼先端(インデューサテップ部)部分に接続し、この付近の翼面曲線も凸であることが影響を及ぼし翼車先端、翼入翼面上の境界層は自らで不安定化状況にさらされる。この境界層の倒屈はミクロ的には常に不安定であるが、サージなどで発生する局所現象は圧縮機全体としても不安定化し、最終的には大きなエネルギーを伴う系全体の空力振動の発生となるのである。

後方設計点風量の範囲に対しては、翼や流体過渡の形状、曲がり及び寸法等が適正な空力負荷となるよう設計されており、この種の不安定化状況の発生がなく当然設計率も高い訳である。

一般に、この設計点風量に対する流体力学的設計が直角であつて空力負荷や燃焼室の高い圧縮機

ないことであるから、効率的にはいうまでもなく低いものとなる（この点については後に本発明と比較して評述する）。

本発明は以上に例を挙げたような従来のサージマージンは大および回転の手段に対し、遠心乃至圧縮機にかかる最大効率（および設計点の効率等の全体性記）の低下を生じることなく、そのサージマージンを実用装置に拡大できるようにし、且つ低風量点でも効率よく運転できる点を最大の特徴とするものであるが、これを総合的に本発明者らの実験結果で示したもののが図5図である。即ち同図において横軸は吐出風量比、縦軸は圧縮機効率比及び昇圧ヘッド比であり、実線は本発明の構造を使用する場合及び採用しない場合の2通りの特性曲線が全く一致することを示しており、破線はさもなく本発明の方法を適用する場合にサージマージンの拡大が得られることを示している。即ち図5図に示したケーシングトリートメント手段によるものと異なつて、最大効率及びその他の設計点に近い高風量度の高い、風量域で効率を

ほど、低風量ではこの種流体力学的な技術の風見が著しく、失速やサージングによる悪影響が著しく結果としてサージマージンが狭くなる。

先に述べた従来のケーシングトリートメントの場合には液体過給に與付的変更を加える種類のものであるから、確かに低風量のときには、該チップに接続する低風量流量液体をグループやスロットに押込み、或は吹抜けを助け、さらに翼の過大な空力負荷を減少せしめてサージマージンの拡大に効果を有するのである。然しながら反面與付的的な変更であるため、設計点風量であつて本來不安定運動のない場合にも、液体過給に両種の作用を有し、この結果設計点近傍の最大効率をも必然的に低下せしめるに至るのである。

サージングを回避する従来技術として、一般に行なわれている手段に、サージング流量以下の風量が要求される場合に、いったんサージング風量以上の風量を圧縮した後、余分の風量を放風乃至は吸込側にバイパスさせる手段があるが、これはその余分の風量を圧縮する能力が有効に使用され

全く損なうことなく、サージマージンの拡大が得られることを示している。

このような特徴曲線を得るために、本発明では圧縮機の運転点がサージ点直前または失速風量附近に到つた時点で、遠心圧縮機では車のインジニアチャップ部をより／または翼間に、離心圧縮機では回転時接風割チップ部をより／または翼間に、高圧側の液体の一部を導入し、高速度噴射にして噴射せしめるとことによりサージマージンを拡大したものである。

以下図示の実施例に基いて本発明を評述する。
第6図は遠心圧縮機車におけるその感測的な着付例を示してあり、同図においてⒶは翼車、Ⓑは翼の一端であるインジニア、Ⓒは圧力面、Ⓓは吸入面をそれぞれ示しているが、このような翼車の前線近傍または翼間へ、矢印Ⓐで示すように圧縮機高圧部の圧縮ガスの少量を周辺の噴射として噴射せせるのである。

第7図に示したもののは本発明装置の具体的実施例の1つであつて、図例は遠心圧縮機に実施した

ものであるが、同図においてⒶは翼車、Ⓑはインジニアーチャップ部（Ⓑ）および／またはインジニアーチャップ部に對応して、ケーシングⒷに風状のインジニアーチャップ部を設け、同チャップ部は開口方向を決定するよう實施して開孔された多數の噴出孔（Ⓑ）を有する多孔板もしくは多孔質体を用いて形成し、ケーシングⒷには同チャップ部と連通するヘッダー室Ⓐ、内ヘッダー室Ⓑに接続し、かつ圧縮機高圧部より抽出される高圧液体の導管Ⓑを前開孔Ⓐを介して循環するのである。即ち開孔Ⓐはディフューザ部を示し、また同示す如くしてあるが、無風にはサージングを検出する検出部、例えば吐出管の限界の加速度を検出する検出部、圧縮機高圧部からの高圧液体の一端を抽出する抽出部、例えば吐出管から取出分岐される分岐管等による抽出部が設けられるのである。即ち開孔Ⓐは検出させる液体の流量、速度（ヘッド室の圧力）を調節する制御弁としても働くものであるが、このさいヘッド室の高圧液体をインジ

エクシジョンリング回によつて高速度噴出にして噴射せらるる必要が有り、また噴出部の材質や噴出孔の形状、その噴出される位置をより方向に制しても、以下の事例は必要かつ考慮を要する所である。

今これらについて述べると、前記した環状のインジェクションリング回の材質としては、通常の金属材料による固体、ファイバーグラス等を東ねて構成された如き複合材料、あるいはヘネカム等が適当である。またそのリング回における噴出孔(12a)の形状は、直径数一程度の丸で、円周方向に亘り翼片回の底と同程度の間隔並べたものを主とし、列数は1列乃至複数列とするのであり、第8回に例示するようなものを始めとして、オリフィス、平行孔、先端円孔、末広円孔、不定形キヤビクリー等自由に設計できる。またその噴出位置は第9回に示す如きをもつて図んだエリヤ回に示されるように、翼片回の翼片回の内側空間および/または翼車室内(前線(16)より離コード長さの外側度以内)、もしくは翼車室内前線近傍かおよび/または

等速圧縮機では回転輪皮翼列チップ部位かおよび/または翼間に噴射せることにより、翼面上の不安定な低速動翼体エネルギーを付与し、風速強度を増めることによつて、その翼表面の剥離を抑止し成はれ付着を行なわせしめるのであるが、この場合、インデューナ部位における低速動翼強度や剥離度を増強する為に充分なる大きさの運動量(質量の速度)が必要であり、高速度噴流の運動量(質量)およびその可使用仕事率を高める必要がある。即ち $\dot{m} = \rho A V$ (\dot{m} は噴流量、 V は噴流速度)において、インジェクションリング回の手前のヘッド回にかかる圧力、速度をそれぞれ p_1 、 V_1 とし、リング回の出口側(インデューナチップ回)の圧力と速度をそれぞれ p_2 、 V_2 とすると、 $\frac{p_1}{p_2} \geq \frac{1}{E+1}$ なら、噴出孔(12a)からの噴出速度は $V = \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho}}$ -(16)における音速度)、同噴出量は $= \rho A \cdot \frac{V_1}{E+1}$ (但し A : 噴出孔面積)であり、従つて \dot{m} は $\frac{V_1}{E+1}$ となる。後方噴流のエネルギーは $E = \frac{1}{2} \rho V^2 + \frac{1}{2} \rho V_1^2$ となる。従つてインジェクションリング回を閉鎖弁回より下流に置き、高い圧をヘッ

特開昭55-35173(4)

たは翼車内であり、その噴出方向は第10回(1)の回転輪に接する面内でそれぞれ矢印で示したように、半径方向内、または翼車回転直角内、または翼車回転直角内であり、あるいは第10回(4)の回転輪を含む子午面内で半径方向内、内旋方向内、外旋方向内が考えられこれらの組合せも自由である。また噴孔からの噴出流量や速度、即ちヘッド圧力の選定は、先にも述べたように開閉弁回によるとも、あるいは開閉閥弁にとることもでき、更には噴出孔(12a)の所面積乃至噴出孔個数の増減変化等によつて行なうことができる。

本発明によれば、圧縮機における運転点が、タージ点直前または失速翼端点近傍に到つた時点でこれを抜出すると同時に、圧縮機直圧部(例えばダイフューザー、スクロール、吐出管(次のステージ等))から抜出した高圧液体の一端を、導管の閉鎖弁回を介してヘッド回(プレナム)中に導き、インジェクションリング回の噴出孔(12a)より高速度噴流にして、過心圧縮機においては翼車のインデューナチップ部位かおよび/または翼間に、

第一回内に確保することにより、 \dot{m} および V を高めることができ、充分な仕事を得られ、しかもこれをインデューナチップ回と対応するケーシング側に近接して設計することにより、高速度噴流の確実を生じるかそれなく、不安定流れを生じているインデューナチップの周断面に効果的にかつ強力に作用させ、そのタージマージン値大結果も確実に得られ安定な運転が可能となるのであり、この結果タージ点はより低速度域にて容易に、先に第5回の改訂で示したような特性曲線が得られ、本発明の目的を達成できる。

先に述べたように既存の技術であるケーシングトリートメント手段と比較しても、第11回に本発明とケーシングトリートメント手段との比較を示すように、本において実績は本発明による特性曲線、点線はトリートメントによる特性曲線を示す)、ケーシングトリートメント手段では、そのタージマージンの拡大が、同時に先に述べた理由によって設計点および最高效率点の大きさを若干低下を伴つたが、これに反し本発明手段の効率が高い

理由は次の如くである。即ち、多孔板等のインジエクションリングはこのような翼間の液体通路の幾何学的変更でなく、低流量域において不安定となる時に、積極的に高エネルギーの気流の少量を局部に噴射して供給するのみであるから、その噴出のない通常の運転点では効率の低下が全くないことに特徴的である。本発明手段によつて設計点・最大効率点の効率の低下なしにサーチャージングの拡大が容易に可能であり、同時に低流量域での動力削減も可能となるのである。

又、先にも述べたように他の従来技術である「放風」乃至「バイパス」の手段と本発明手段とを比較すれば、第12図のように、「放風」「バイパス」方式では、サーチャージ流量9A以下での流量9Aのみが必要な場合でも圧縮機としては9Bで運転し（実際には若干9Bより安全を見て多量供給とする）、不必要な流量9B-9Aにいつたん各えたエネルギーをそのまま「放風」「バイパス」により捨てて運転するのであり、圧縮機動力は運轉動力4Aよりはるかに高い9Bとならざるを得ない。

要となる。又、本発明実施のために第7図のバルブ部を必要とするが、その流量は9E0-9Aよりはるかに少い9E1-9E2であり、小口径の点で充分である。また本発明装置によれば、その製作容易で低コストで得られると共に構造も簡単で信頼性も大であり、省心、省能、各圧縮機におけるサーチャージング拡大手段としてきわめて優れたものである。

各図の簡単な説明

第1図はサーチャージングの説明グラフ図、第2図はサーチャージングと最大効率回転グラフ図、第3図はケーシングドリートメントメント説明図、第4図はケーシングドリートメントメントの特性グラフ図、第5図は本発明による実験特性グラフ図、第6図は本発明方法の実験例図、第7図は円板型実験例図、第8図は同噴出孔部状の、第9図は同噴出位置の、第10図は同噴出方向の各実験例図、第11、12図は本発明方法と従来手段との比較グラフ図である。

図一効率、図一インデューサー、図一吸流、図一ケーシング、図一環状インジエクションリング。

これに対し本発明では、同図で明らかにようにサーチャージ流量9B以下での流量9Aについて、流量の一区間に9B-9Aではなく、それよりも少ない9B-9B2程度の量である）を使用して、インジエクションにより安定な運転を行なうものであるため、動力は9B1でよくその効率は9B1(9B1>9B)と高く（動力は9B1でよく、先の「放風」と比較して3A0-3A1）、動力が節約できることにもなるのである。

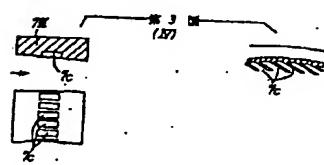
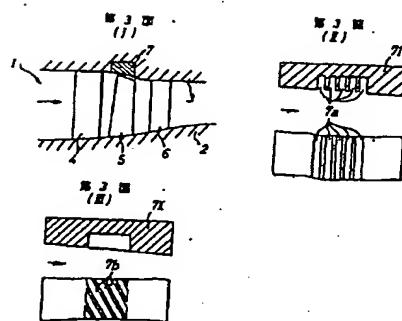
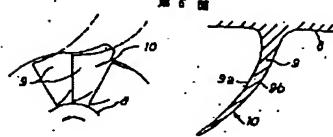
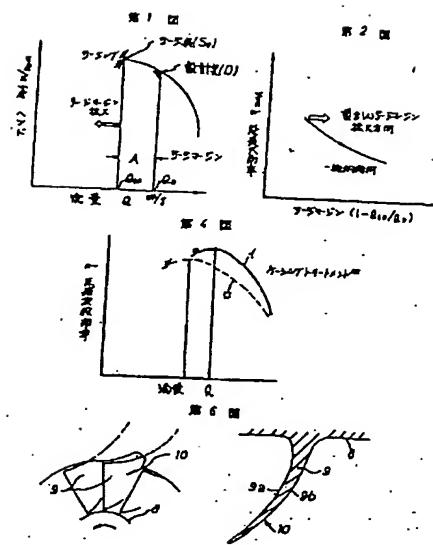
本発明によつて、従来の技術的困難であつたサーチャージングの拡大と最高効率の低下という相反する關係を解決でき、その最高効率の低下なしにサーチャージングを拡大し、圧縮機の運転流量範囲の拡大により、広範な需要分野に対応できる圧縮機の提供が可能となるのである。

また本発明方法の他の長所として、先の「バイパス」で比較したようにバイパス弁や放風弁の省略化、小型化が挙げられる。即ち「放風」「バイパス」では弁を通る流量は必ず9B-9Aであるに比して、サーチャージング拡大によつてこれらは不

(12A)一噴出孔、図一ヘッダー底（プレナム）、9B一導管、図一隔離弁。

特許出願人 株式会社神戸製鋼所
代理人弁理士 安田敏雄

特許昭55-35173(6)



井深 2617.3 m

圖 5

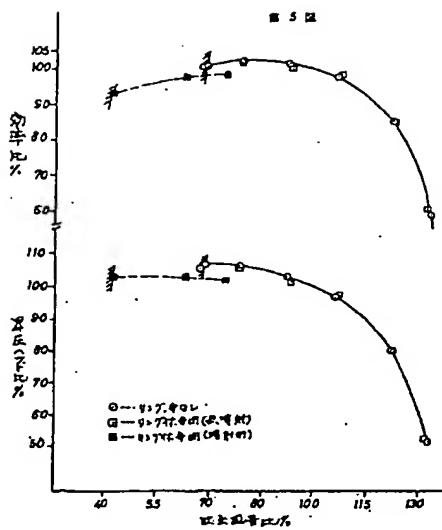


圖 7

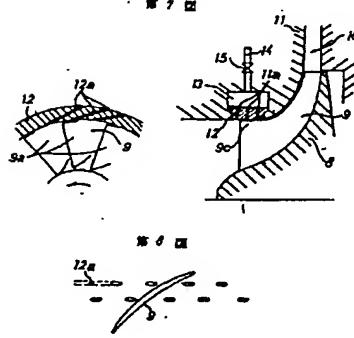
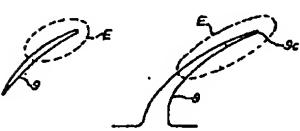
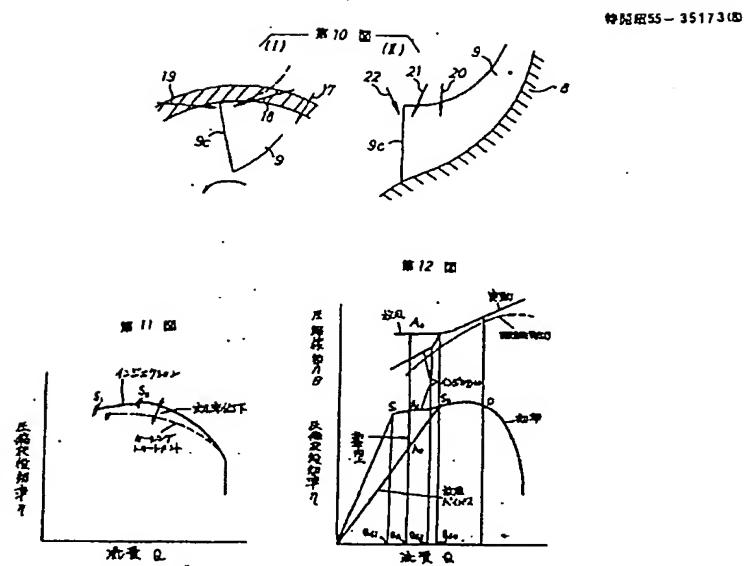


圖 8





手 挑 袖 戟 莠 (白 纸)

昭和五〇年一〇月五日

中華人民共和國

1. 事件の要約	件名 第5号 日付 1987年1月1日
2. 発明の名前	遮光圧縮機および微細圧縮機における サーボマーチン拡大方法及び装置
3. 請求をする者	当社との連絡 特許代理人 (119) 株式会社 神戸興業所
4. 代表人	氏名 大庭有(大庭有)性別男 手机(06) 631-1111 氏名 (119) 犀川士 安田敏雄
5. 領便傳票番号と日付	明治 千 月 日(西暦)
6. 請求の対象	一項請求 二項請求 三項請求 ・前記1 一項請求 二項請求 三項請求 ・前記2 一項請求 二項請求 三項請求
7. 送達の内容	本願

7. 條文の内容

山 男婦客の特許請求の範囲を別紙の通り補正
す。

④ 明鏡書第3頁6行目に「精液は」とあるを
「需要に」と訂正す。

⑤ 明鏡書第13頁1行目より20行目を以下の通り訂正す。

「精液圧縮機では回転輸送翼列チップ部位を
上げ／または翼間に噴射させることにより、
翼面上の不安定を低速圧縮液体エネルギーを付
与し、気泡を除去することによつて、その
境界層の摩擦を抑止し或は再付着を行なわせ
しめるのであるが、この場合、インデューナ
部位における低速圧縮流れや制限流れを発達する
為に充分なる大きさの運動量と流量と速度
）が必要であり、高速圧縮流の運動量アラビ
七の可使用仕事量を高める必要がある。即ち
アーレム⁷（仮説では噴流性、Yは噴流速度
）において、インジェクションリング⁸の手
筋のヘグラー⁹問題における压力、風速を十九

それ故、たとし、ランダムの出口気（インデューサ-チップ部）の圧力と温度をそれぞれ、 p_0 とするとき $\frac{p_0}{p_1} \geq \frac{E+1}{E-1}$ なら、噴出孔（12a）からの噴出速度は $V = \sqrt{\frac{2p_0}{\rho g}} = \sqrt{\frac{2p_0}{\rho g E}}$ における音速）。同噴出量は $= A \cdot \frac{p_0}{\rho g}$ （但し A : 噴出孔面積）であり、従つて V となる。地方環境のエネルギーは $E = 1 - \frac{V^2}{g}$ となり $E < p_0 / \sqrt{2g}$ となる。従つてインジェクションリングの口を開閉弁より下方に設き、高い圧力をもつ。

(4) 明細書第18頁10行目に「Att」とあるを「six」と訂正す。

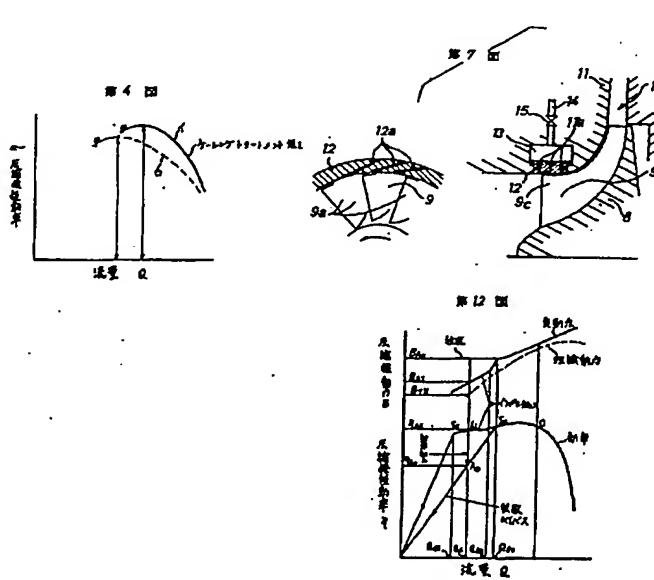
(5) 同第16頁7～8行目に「(動力は---BAU-BAL)」とあるを「先の「放風」と比較してBAU-BALだけ、」と訂正す。

(6) 延長に添付図面中「第4図、第7図、第12図」を別紙の通り補正す。

书名附录55-35173(1)

2.特許請求の範囲

1. 圧縮機の運転点がサージ点直前または失速風量点近傍に到つた時点で、送心圧縮機では翼列のインデューサチャップ部位および／または翼間に、輸送圧縮機では回転袖流翼列チャップ部位および／または翼間に、高圧側の液体の一端を導入し、高圧度吸込にして噴射せしめることを特徴とする送心圧縮機および輸送圧縮機におけるサージマージン試験方法。
2. ケーシング内壁のインデューサチャップ部または回転袖流翼列のチャップ部に対応する位置で、それらチャップ部に近接して多孔板もしくは多孔質体からなる環状のインジエクションリングを設けるとともに、該インジエクションリング部に圧縮機の高圧側に通達する導管を開閉弁を介して遮断したことを特徴とする送心圧縮機および輸送圧縮機におけるサージマージン試験装置。



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.